毛果巴豆枝叶的化学成分研究[1]

李根[1,2]，潘争红[1,2]，李海云[1]，符毓夏[2]，李连春[2]，于玲玲[1,2]，宁德生[2*]

(1．桂林理工大学 化学与生物工程学院，广西 桂林 541006；2．广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所，广西植物功能物质研究与利用重点实验室，广西 桂林 541006)

摘要：为了研究毛果巴豆枝叶中的化学成分，本实验采用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱以及 HPLC 等多种色谱相结合的方法，对毛果巴豆枝叶 95%乙醇提取物的乙酸乙酯萃取部位进行分离，从中得到 8 个化合物，通过波谱数据分析并结合文献比对，化合物分别鉴定为 2*β*-hydroxyteucvidin acetate（**1**），2*β*-hydroxyteucvidin（**2**），crotoeurin B（**3**），山奈酚-3-*O*-(6″-*O*-顺式对香豆酰基)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷（**4**），山奈酚-3-*O*-(6″-*O*-反式对香豆酰基)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷（**5**），栗苷 A（**6**），cerevisterol（**7**），尿嘧啶（**8**）。化合物 **2-7** 均为首次从该植物分离得到。

关键词：巴豆属，毛果巴豆，化学成分

中图分类号: Q946.8　　　　**文献标识码:** A

Chemical constituents from the twigs and leaves of *Croton lachynocarpus*

LI Gen[1,2], PAN Zhenghong[1,2], LI Haiyun[1], FU Yuxia[2], LI Lianchun[2], YU Lingling[1,2], NING Desheng[2*]

(1. *College of Chemistry and Bioengineering*, *Guilin University of Technology*, Guilin 541006, Guangxi, China; 2. *Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization*, *Guangxi Institute of Botany*, *Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences*, Guilin 541006, Guangxi, China)

Abstract：To study the chemical constituents from the twigs and leaves of *Croton lachynocarpus*, eight compounds were isolated from 95% ethanol extract of twigs and leaves of *Croton lachynocarpus*, by means of various chromatographic techniques including column chromatography over silica gel, Sephadex LH-20, and reversed-phase HPLC. Compounds were identified as 2*β*-hydroxyteucvidin acetate (**1**), 2*β*-hydroxyteucvidin (**2**), crotoeurin B (**3**), kaempferol-3-*O*-(6″-*O*-*cis*-*p*-coumaroyl)-*β*-*D*-glucopyranoside (**4**), kaempferol-3-*O*-(6″-*O*-*trans*-*p*-coumaroyl)-*β*-*D*-glucopyranoside (**5**), castanoside A (**6**), cerevisterol (**7**), uracil (**8**) by analyzing their spectra data and comparing with the previously reported literatures. Compounds **2-7** are obtained from the plant for the first time.

基金项目:广西创新驱动发展专项资金项目(桂科 AA18118015);广西自然科学基金(2011GXNSFB018022);中国科学院“西部之光”人才培养计划项目（2012）[Supported by Innovation-Driven Development Special Fund Project of Guangxi(AA18118015); Natural Science Foundation of Guangxi(2011GXNSFB018022); the West Light Foundation of the Chinese Academy of Sciences(2012)]。

作者简介：李根(1995-)，男，广西南宁人，硕士研究生，研究方向为天然药物化学，（E-mail）ligen1048195659@163.com。

[*]**通信作者：**宁德生，硕士，助理研究员，研究方向为天然产物开发与利用，（E-mail）65392586@qq.com。

Keywords: *Croton*, *Croton lachynocarpus*, chemical constituents

毛果巴豆（*Croton lachynocarpus*）为大戟科巴豆属植物，又名小叶双眼龙，主要分布于广西、广东、江西、湖南南部和贵州南部的山地疏林或灌丛中，其幼枝、幼叶、花序和果均密被星状柔毛(中国科学院中国植物志编辑委员会, 1996)。该植物具有祛风除湿、散瘀止痛、消肿解毒等功效，民间多以根、叶入药，用于治疗跌打肿痛、风湿性关节炎等疾病。本课题组前期已从毛果巴豆根中分离得到三萜、甾醇、酚酸酯类等成分（Pan et al.，2014；潘争红等，2014）；从叶子中发现多种现代香料合成工业可开发利用的挥发油成分，如 α-松油醇、桉树醇、α-红没药烯等（宁德生等，2013）。但迄今为止，该植物的物质基础和药理学研究仍较少，致使其应用仍处于中药复方制剂的层面，严重限制了毛果巴豆的开发与利用。因此，为了更全面的阐明该植物的物质基础、寻找更多具有开发利用价值的活性化合物，本课题组进一步开展毛果巴豆枝叶 95%乙醇提取物的化学成分研究，从中分离鉴定出 8 个化合物，其中 **1-3** 为二萜类化合物，**4-6** 为黄酮类化合物，化学结构式见图 1。化合物 **2-7** 均为首次从毛果巴豆枝叶中分离得到。

1 仪器与材料

AVANCE Ⅲ HD 500 MHz 超导核磁共振波谱仪（TMS 内标，瑞士 Bruker 公司）；LC/MS-IT-TOF 质谱仪（日本岛津公司）；Agilent 1200 高效液相色谱仪，高效液相所用试剂为色谱纯（赛默飞世尔科技（中国）有限公司），其试剂均为分析纯（西陇化工股份有限公司）；柱色谱和薄层色谱所用硅胶（青岛海洋化工有限公司）；Sephadex LH-20 凝胶（瑞士 Amershan Biosciences 公司）。

毛果巴豆枝叶采自广西桂林市阳朔县，由广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所许为斌博士鉴定。凭证样品保存于广西植物功能物质研究与利用重点实验室。

2 提取与分离

毛果巴豆枝叶 8.0 kg，阴干后粉碎，加入 95%乙醇 40 L，室温下浸提 24 h，过滤，滤渣以上述方法再提取 2 次，合并提取液，减压浓缩得到 850 g 的浸膏。取 800 g 的浸膏加入适量的水超声分散后，依次加入石油醚、乙酸乙酯萃取 3 次，每次萃取溶剂用量为 2 L，减压浓缩分别得到石油醚部位 144 g、乙酸乙酯部位 239 g。

取乙酸乙酯萃取部位 189 g，经硅胶柱色谱分离，以石油醚-丙酮（1:0→0:1）为洗脱剂进行梯度洗脱，各洗脱流份经过 TLC 检测合并得到 4 个组分 Fr.1~Fr.4。Fr.2 部分经硅胶柱色谱反复纯化（石油醚-丙酮 ＝8：1），得到化合物 **1**（9 mg）、**2**（7.2 mg）、**7**（15.4 mg）和 **8**（9.6 mg）；Fr.3 通过半制备高效液相色谱分离（50% CH_3OH，含 0.1% HCOOH）得到化合物 **5**（6.6 mg）、**6**（4.6 mg）。Fr.4 部分利用 Sephadex LH-20 柱色谱纯化，以氯仿/甲醇（1:1）洗脱，得到化合物 **3**（10.2 mg）和 **4**（7.9mg）。

图 1 化合物结构（**1-8**）

Fig.1 Structures of compounds **1-8**

3 结构鉴定

化合物 **1** 针状结晶。HR-ESI-MS *m/z*: 387.1816 $[M+H]^+$，分子式 $C_{21}H_{22}O_7$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$): δ 6.36 (1H, m, H-14), 5.37 (1H, t, J = 8.0 Hz, H-12), 2.55 (2H, dd, J = 8.5, 15.0 Hz, H-11b), 2.09 (3H, s, OAc), 1.94 (1H, dd, J =8.0, 14.0 Hz, H-11a), 1.35 (3H, d, J = 7.0 Hz, H-17); ^{13}C-NMR (125 MHz, $CDCl_3$): δ 28.0 (C-1, t), 66.8 (C-2, d), 24.9 (C-3, t), 124.1 (C-4, s), 161.7 (C-5, s), 76.0 (C-6, d), 35.9 (C-7, t), 38.9 (C-8, d), 51.9 (C-9, s), 33.8 (C-10, d), 39.0 (C-11, t), 72.0 (C-12, d), 125.1 (C-13, s), 108.0 (C-14, d), 144.6 (C-15, d), 139.6 (C-16, d), 14.3 (C-17, q), 171.4 (C-18, s) 176.9 (C-20, s) 169.9 (OC=O, s), 21.1 (COO-CH_3, q)。以上数据与文献（Savona et al.，1986）报道基本一致。故鉴定化合物 **1** 为 2β-hydroxyteucvidin acetate。

化合物 **2** 针状结晶。HR-ESI-MS *m/z*: 345.1788 $[M+H]^+$，分子式 $C_{19}H_{20}O_6$。^{1}H-NMR (500 MHz, C_5D_5N): δ 7.83 (1H, s, H-16), 7.70 (1H, s, H-15), 6.69 (1H, s, H-14), 5.52 (1H, t, J = 8.0 Hz, H-12), 2.66 (1H, dd, J = 8.0, 14.0 Hz, H-11b), 1.99 (1H, dd, J = 8.0, 14.0 Hz, H-11a), 1.39 (3H, d, J = 7.5 Hz, H-17); ^{13}C-NMR (125 MHz, C_5D_5N): δ 34.7 (C-1, t), 67.8 (C-2, d), 31.8 (C-3, t),

127.5 (C-4, s), 163.9 (C-5, s), 77.6 (C-6, d), 37.0 (C-7, t), 40.7 (C-8, d), 53.6 (C-9, s), 38.0 (C-10, d), 40.6 (C-11, t), 73.6 (C-12, d), 127.2 (C-13, s), 110.3 (C-14, d), 146.1 (C-15, d), 142.1 (C-16, d), 15.5 (C-17, q), 173.6 (C-18, s), 179.2 (C-20, s)。以上波谱数据与文献（Savona et al.，1986）报道基本一致，故鉴定化合物 **2** 为 2*β*-hydroxyteucvidin。

化合物 **3** 针状结晶。HR-ESI-MS *m/z*: 361.1571 $[M+H]^+$，分子式 $C_{20}H_{24}O_6$。^{1}H-NMR (500 MHz, $CDCl_3$): *δ* 7.46 (1H, br s, H-16), 7.42 (1H, br s, H-15), 6.41 (1H, br s, H-14), 3.10 (1H, dd, *J* = 15.0, 3.0 Hz, H-7b), 2.57 (1H, dd, *J* = 13.5, 6.5 Hz, H-11b), 2.34 (1H, dd, *J* = 13.5 10.0 Hz, H-11a), 2.23 (1H, dd, *J* = 15.0, 5.5 Hz, H-7a), 2.16 (1H, m, H-4), 1.02 (1H, d, *J* = 6.5 Hz, H-17); ^{13}C-NMR ($CDCl_3$ 125 MHz): *δ* 23.1 (C-1, t), 25.5 (C-2, t), 24.9 (C-3, t), 42.3 (C-4, d), 47.4 (C-5, d), 208.8 (C-6, s), 45.4 (C-7, t), 32.9 (C-8, d), 51.5 (C-9, s), 42.6 (C-10, d), 36.5 (C-11, t), 70.7 (C-12, d), 124.0 (C-13, s), 108.2 (C-14, d), 144.3 (C-15, d), 140.0 (C-16, d), 17.0 (C-17, q), 173.7 (C-18, s), 177.0 (C-20, s), 51.4 ($COO-CH_3$, q)。以上波谱数据与文献（Pan et al.，2015)报道对照基本一致，故鉴定化合物 **3** 为 crotoeurin B。

化合物 **4** 黄色粉末。HR-ESI-MS *m/z*: 593.1383 $[M-H]^+$，分子式 $C_{30}H_{26}O_{13}$。^{1}H-NMR (500 MHz, DMSO-d_6): *δ* 7.54 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-2‴, 6‴), 6.69 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-3‴, 5‴), 6.67 (1H, d, *J* = 13.0 Hz, H-7‴), 5.46 (1H, d, *J* = 13.0 Hz, H-8‴); ^{13}C-NMR (125 MHz, DMSO-d_6): *δ* 156.5 (C-2, s), 133.0 (C-3, s), 177.3 (C-4, s), 161.2 (C-5, s), 98.8 (C-6, d), 165.1 (C-7, s), 93.7 (C-8, d), 156.4 (C-9, s), 103.8 (C-10, s), 120.8 (C-1′, s), 130.8 (C-2′, 6′, d), 115.0 (C-3′, 5′, d), 159.9 (C-4′, s), 101.1 (C-1″, d), 74.0 (C-2″, d), 76.2 (C-3″, d), 70.0 (C-4″, d), 74.1 (C-5″, d), 62.7 (C-6″, t), 125.3 (C-1‴, s), 132.6 (C-2‴, 6‴, d), 114.8 (C-3‴, 5‴, d), 158.8 (C-4‴, s), 143.6 (C-7‴, d), 114.6 (C-8‴, d), 165.8 (C-9‴, s)。以上波谱数据与文献报道（陈秋等，2012）对照基本一致，故鉴定化合物 **4** 为山奈酚-3-*O*-(6″-*O*-顺式对香豆酰基)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷（kaempferol-3-*O*-(6″-*O*-*cis*-*p*-coumaroyl)-*β*-*D*-glucopyranoside）。

化合物 **5** 黄色无定形粉末。HR-ESI-MS *m/z*: 595.1391 $[M+H]^+$，分子式 $C_{30}H_{26}O_{13}$。^{1}H-NMR (500 MHz, DMSO-d_6): *δ* 7.99 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-2′, 6′), 7.37 (2H, d, *J* = 8.5 Hz, H-2‴, 6‴), 6.85 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-3′, 5′), 6.79 (2H, d, *J* = 8.5 Hz, H-3‴, 5‴), 6.38 (1H, s, H-8), 6.15 (1H, s, H-6), 6.11 (1H, d, *J* = 16.0 Hz, H-8‴), 5.45 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-1″); ^{13}C-NMR (125 MHz, DMSO-d_6): *δ* 156.8 (C-2, s), 133.5 (C-3, s), 177.8 (C-4, s), 161.6 (C-5, s), 99.4 (C-6, d), 165.2 (C-7, s), 94.2 (C-8, d), 156.8 (C-9, s), 104.2 (C-10, s), 121.2 (C-1′, s), 131 3(C-2′, 6′, d), 115.6 (C-3′, 5′, d), 160.5 (C-4′, s), 101.6 (C-1″, d), 74.6 (C-2″, d), 76.7 (C-3″, d), 70.5 (C-4″, d), 74.7 (C-5″, d), 63.4 (C-6″, t), 125.4 (C-1‴, s), 130.6 (C-2‴, 6‴, d), 116.2 (C-3‴, 5‴, d), 160.3 (C-4‴, s), 145.1 (C-7‴, d), 114.1 (C-8‴, d), 166.6 (C-9‴, s)。以上数据与文献（陈秋等，2012）报道的数据基本一致，故确定化合物 **5** 结构为山奈酚-3-*O*-(6″-*O*-反式对香豆酰基)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷（kaempferol-3-*O*-(6″-*O*-*trans*-*p*-coumaroyl)-*β*-*D*-glucopyranoside）。

化合物 **6** 黄色颗粒状粉末。HR-ESI-MS *m/z*: 595.1792 $[M+H]^+$，分子式 $C_{30}H_{26}O_{13}$。^{1}H-NMR (500 MHz, DMSO-d_6): 12.59 (1H, br s, OH-5), 10.18 (1H, br s, OH-4′), 8.04 (2H, d, *J* = 8.5 Hz, H-2′, 6′), 7.37(1H, d, *J* = 16.5 Hz, H-7‴), 7.33 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-2‴, 6‴), 6.85 (2H, d, *J* = 8.5 Hz, H-3′, 5′), 6.77 (2H, d, *J* = 8.0 Hz, H-3‴, 5‴), 6.39 (1H, s, H-8), *δ* 6.14 (1H, s, H-6), 6.10 (1H, d, *J* = 16.5 Hz, H-8‴), 5.45 (1H, d, *J* =7.0 Hz, H-1″); ^{13}C-NMR (125 MHz, DMSO-d_6): *δ* 156.3 (C-2, s), 133.2 (C-3, s), 177.0 (C-4, s), 161.1 (C-5, s), 98.8 (C-6, d), 164.4 (C-7, s), 93.7 (C-8, d), 156.3 (C-9, s), 103.7 (C-10, s), 120.8 (C-1′, s), 130.9 (C-2′, 6′, d), 115.7 (C-3′, 5′, d), 160.0 (C-4′, s), 101.6 (C-1″, d), 73.0 (C-2″, d), 71.0 (C-3″, d), 68.2 (C-4″, d), 72.8 (C-5″, d), 63.2 (C-6″, t), 124.9 (C-1‴, s), 130.1 (C-2‴, 6‴, d), 115.0 (C-3‴, 5‴, d), 159.8 (C-4‴, s), 144.6 (C-7‴, d), 113.6 (C-8‴, d), 166.1 (C-9‴, s)。以上波谱数据与文献报道（王嗣等，2004）对照基本一

致，故鉴定化合物 **6** 为栗苷 A（castanoside A）。

化合物 **7** 白色粉末。HR-ESI-MS *m/z*: 431.3462 $[M+H]^+$，分子式 $C_{28}H_{46}O_3$。^{1}H-NMR (500 MHz, C_5D_5N): δ 5.24 (1H, dd, *J* = 7.5, 15.5 Hz, H-23), 5.17 (1H, dd, *J* = 8.0, 15.5 Hz, H-22), 4.84 (1H, m, H-3), 4.33 (1H, br s, H-6), 1.54 (3H, s, H-19), 1.07 (3H, d, *J* = 6.5 Hz, H-21), 0.96 (3H, d, *J* = 7.0 Hz, H-28), 0.88 (3H, d, *J* = 8.5 Hz, H-27), 0.86 (3H, d, *J* = 6.0 Hz, H-26), 0.68 (3H, s, H-18); ^{13}C-NMR (125 MHz, C_5D_5N): δ 32.6 (C-1, t), 33.8 (C-2, t), 67.5 (C-3, d), 41.9 (C-4, t), 76.1 (C-5, s), 74.2 (C-6, d), 120.4 (C-7, d), 141.5 (C-8, s), 43.7 (C-9, d), 38.0 (C-10, s), 22.3 (C-11, t), 39.8 (C-12, t), 43.7 (C-13, s), 55.2 (C-14, d), 23.4 (C-15, t), 28.4 (C-16, t), 56.1 (C-17, d), 12.4 (C-18, q), 18.7 (C-19, q), 40.8 (C-20, d), 20.1 (C-21, q), 136.1 (C-22, d), 132.1 (C-23, d), 43.0 (C-24, d), 33.3 (C-25, d), 21.3 (C-26, q), 19.8 (C-27, q), 17.8 (C-28, q)。以上数据与文献(GAO et al.，2001）报道对照基本一致，故鉴定化合物 **7** 为 cerevisterol。

化合物 **8** 白色无定形粉末。HR-ESI-MS *m/z*: 111.0277 $[M-H]^-$，分子式 $C_4H_4N_2O_2$。^{1}H-NMR (500 MHz, DMSO-d_6): δ 7.39 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-6), 5.46 (1H, d, *J* = 7.5 Hz, H-5); ^{13}C-NMR (125 MHz, DMSO-d_6): δ 151.5 (C-2, s), 164.3 (C-4, s), 100.2 (C-5, d), 142.1 (C-6, d)。以上波谱数据与文献报道(高锦明等，2001)对照基本一致，故鉴定化合物 **8** 为尿嘧啶(uracil)。

4 讨论

据文献记载，毛果巴豆叶作为复方制剂中的材料之一，与鸡骨香、田基黄等中药材制成的中药散剂（湛江蛇药，又名何晓生蛇药）具有消肿、止痛及解蛇毒的功效（蛇志编辑部，1990）。但迄今为止没有针对毛果巴豆枝叶化学物质基础的研究报道。本研究共从毛果巴豆枝叶分离鉴定 8 个化合物，结构涉及克罗烷型二萜、黄酮、甾醇等类型。现代药理学研究表明，克罗烷型二萜普遍具有良好的抗炎、抗菌、抗肿瘤等生物活性（陈昊等，2017）。黄酮类化合物山奈酚-3-*O*-(6″-*O*-顺式对香豆酰基)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷（**4**）及山奈酚-3-*O*-(6″-*O*-反式对香豆酰基)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖苷（**5**）的细胞毒性较低，且具有不同程度的抗氧化活性，前者还具有明显的抗炎活性（任珊珊等，2016）；甘栗 A（**6**）具有一定的细胞毒性（其 IC_{50} 为77.91μM)(张玉雪，2010)。甾醇化合物cerevisterol(**7**)能够抑制血清饥饿介导的MC3T3-E1细胞凋亡（Hata K et al.，2002）。因此，通过对毛果巴豆枝叶的化学成分研究，不仅丰富该植物的物质基础，而且为今后开发利用提供科学依据。

参考文献：

CHEN H, LIANG JY, SUN JB, et al., 2017. Progress on diterpenoids and their biological activities of the genus *Ajuga* [J], Strait Pharm J, 29(3): 1-10. [陈昊，梁敬钰，孙建博，等，2017. 筋骨草属植物中二萜类成分的化学及药理活性研究进展[J]. 海峡药学，29（3）：1-10.]

CHEN Q, WAMG T, GE DD, et al., 2012. Isolation and identification of flavonoids from *Leontopodium leontopodioides* (Willd.) Beauv. (II) [J]. J Shenyang Pharm Univ, 29(2): 104-108. [陈秋，王涛，葛丹丹，等，2012. 火绒草黄酮类成分的分离与鉴定(II)[J]. 沈阳药科大学学报，29（2）：104-108.]

Editorial Commission of China Flora of Chinese Academy of Sciences, 1996. Flora of China: 44(2) [M]. Beijing: Science Press: 131. [中国科学院中国植物志编辑委员会, 1996. 中国植物志：44（2）[M]. 北京：科学出版社：131.]

GAO JM, HU L, LIU JK, 2001. A novel sterol from Chinese truffles *Tuber indicum* [J]. Steroids, 6610: 771-775.

GAO JM, SHEN J, YANG X, et al., 2001. The constituents of *Russula ochroleuca* basidiomycetes

[J]. Acta Bot Yunnan, 23(3): 385-395. [高锦明，沈杰，杨雪，等，2001. 黄白红菇的化学成分[J]. 云南植物研究，23(3)：385-393.]

HATA K, SUGAWARA F, OHISA N, et al., 2002. Stimulative effects of (22*E*, 24*R*)-ergosta-7, 22-diene-3*β*, 5*α*, 6*β*-triol from fruiting bodies of *Tricholima auratum*, on a mouse osteoblastic cell line, MC3T3-E1 [J]. Biol Pharm Bull, 25(8): 1040-1044.

Editing Department of Journal of Snake, 1990. Guangdong Snake Collection [J]. J Snake, (2):20. [蛇志编辑部，1990. 广东蛇药集锦[J]. 蛇志，（2）：20.]

NING DS, JIANG LH, LÜ SH, et al., 2013. GC-MS analysis of volatile constituents from leaves of *Croton euryphyllus* and C.*lachynocarpus* [J]. Guihaia, 33(3): 364-367. [宁德生，蒋丽华，吕仕洪，等，2013. 石山巴豆与毛果巴豆叶中挥发油成分分析[J]. 广西植物，33（3）：364-367.]

PAN ZH, NING DS, WU XD, et al., 2015. New clerodane diterpenoids from the twigs and leaves of *Croton euryphyllus* [J]. Bioorg Med Chem Lett, 25(6): 1329-1332.

PAN ZH, NING DS LIU JL, et al., 2014. A new triterpenoid saponin from the root of *Croton lachnocarpus* Benth [J]. Nat Prod Res, 28(1): 48-51.

PAN ZH, WU YF, NING DS, et al., 2014. Chemical constituents from the root of *Croton lachynocarpus* [J]. Guihaia, 34(2): 148-150. [潘争红，吴云飞，宁德生，等，2014. 毛果巴豆根的化学成分研究[J]. 广西植物，34（2）：148-150.]

REN SS, BAO BQ, GEGENTANA, et al., 2016. Study on the flavonoids and biological activity of *Rubus sachalinensis* [J]. J Chin Med Mat, 39(9): 2019-2023. [任珊珊, 包保全, 格根塔娜, 等，2016. 蒙药悬钩子木黄酮类成分及其生物活性研究[J]. 中药材，39（9）：2019-2023.]

SAVONA G, PIOZZI F, RODRIGUEZ B, et al., 1986. 2*β*-hydroxyteucvidin from *Teucrium webbianum* [J]. Phytochemistry, 25(12): 2857-2859.

WANG S, TANG WZ, DING XB, 2004. Two new flavonoids from the flower of *Castanea mollissima* Blume [J]. Acta Pharm Sin, 39(6): 442-444. [王嗣，唐文照，丁杏苞，2004. 板栗花中两个新黄酮苷类化合物[J]. 药学学报，39（6）：442-444.]

ZHANG YX, 2010. Study on the active constituents of *Verbena officinalis* L. [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University. [张雪玉，2010. 马鞭草的活性成分研究[D]. 上海：上海交通大学.]